

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-043227

(43)Date of publication of application : 08.02.2002

(51)Int.Cl. H01L 21/205  
 C23C 16/46  
 C23C 16/52  
 F27B 5/06  
 F27D 19/00  
 // G01J 5/02  
 G01J 5/10

(21)Application number : 2000-222233

(71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD

(22)Date of filing : 24.07.2000

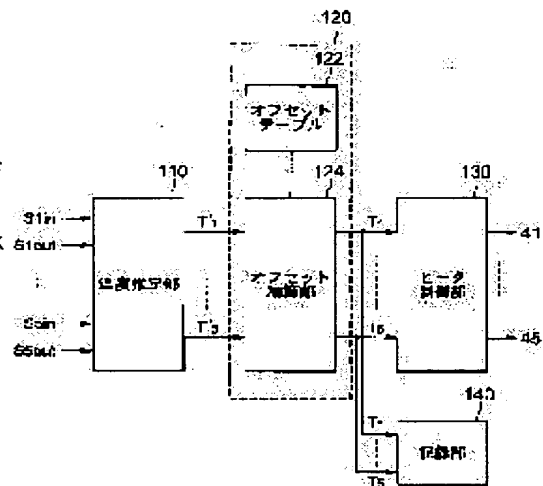
(72)Inventor : O BUNRYO  
 SAKAMOTO KOICHI  
 SUZUKI FUJIO  
 YOKOTA TAKASHI

(54) HEAT TREATMENT DEVICE, TEMPERATURE CALIBRATION METHOD OF HEAT TREATMENT DEVICE AND HEAT TREATMENT DEVICE CONTROL SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce possibility of contamination on a workpiece and enable highly accurate temperature measurement and control in a heat treatment device.

SOLUTION: A heat treatment device is provided with temperature measuring parts (Sin, Sout) which are in non-contact with a workpiece, and a controller 100 of a heat treatment device is provided with a temperature estimation part 110 for estimating a work piece temperature from a measurement signal of a temperature measurement part and a temperature calibration part 120 for calibrating an estimated workpiece temperature. Since a temperature measurement part is not in contact with a workpiece, possibility of contamination on workpiece is reduced and an estimated temperature is calibrated, thus realizing highly accurate temperature control. An offset table 122 is used for calibration of a temperature and an offset value is decided by using relationship between a thickness and a temperature of a film formed by heat treatment.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-43227

(P2002-43227A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	2 G 0 6 6
C 2 3 C 16/46		C 2 3 C 16/46	4 K 0 3 0
	16/52		4 K 0 5 6
F 2 7 B 5/06		F 2 7 B 5/06	4 K 0 6 1
F 2 7 D 19/00		F 2 7 D 19/00	A 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-222233(P2000-222233)

(22)出願日 平成12年7月24日(2000.7.24)

(71)出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72)発明者 王 文凌

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(72)発明者 坂本 浩一

神奈川県津久井郡城山町町屋1丁目2番41号 東京エレクトロン東北株式会社相模事業所内

(74)代理人 100077849

弁理士 須山 佐一

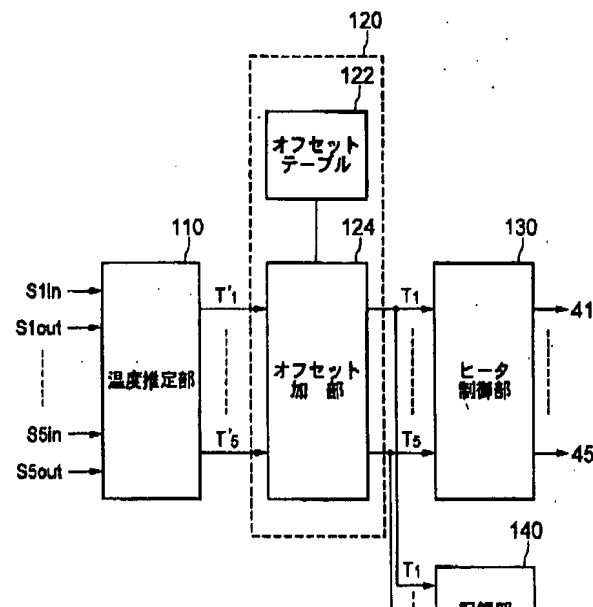
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 熱処理装置、熱処理装置の温度校正方法、および熱処理装置制御システム

(57)【要約】

【課題】 熱処理装置において、被処理体の汚染のおそれを低減し、しかも高い精度での温度の測定および制御を可能にすること。

【解決手段】 熱処理装置に被処理体とは非接触の温度測定部(Sin、Sout)を設け、熱処理装置のコントローラ100に温度測定部の測定信号から被処理体温度を推定する温度推定部110と、推定された被処理体温度を校正する温度校正部120を設ける。温度測定部が被処理体に非接触なため被処理体の汚染のおそれが低減され、推定された温度の校正がなされるため高い精度での温度制御が可能になる。温度の校正はオフセットテーブル122を用い、熱処理で形成される膜の膜厚と温度の関係を利用してオフセット値を定める。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 処理室内に被処理体を配置して熱処理を行うための熱処理装置であって、  
前記被処理体を加熱するための加熱部と、  
前記被処理体とは非接触の状態で設置された温度測定部と、  
前記温度測定部の測定信号から前記被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と、  
前記温度推定部によって推定された被処理体温度を較正する温度較正部と、  
前記温度較正部によって較正された被処理体温度に基づいて、前記加熱部を制御する制御部とを具備することを特徴とする熱処理装置。

**【請求項 2】** 前記温度較正部が、  
前記被処理体温度のオフセット値を表したオフセットテーブルと、  
前記温度推定部によって推定された被処理体温度と前記オフセットテーブルに表されたオフセット値とを加算または減算するオフセット加算部とを具備することを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

**【請求項 3】** 前記加熱部が、区分された第 1 のヒータおよび第 2 のヒータから少なくとも構成され、  
前記温度測定部が、前記第 1 のヒータおよび前記第 2 のヒータそれぞれに対応して設置された第 1 の温度センサおよび第 2 の温度センサから構成され、  
前記温度推定部が、前記第 1 のヒータおよび前記第 2 のヒータそれぞれに対応して配置された第 1 の被処理体および第 2 の被処理体それぞれの被処理体温度を推定し、  
前記温度較正部が、前記第 1 の被処理体および前記第 2 の被処理体それぞれの被処理体温度を較正し、  
前記制御部が、前記第 1 の被処理体および前記第 2 の被処理体の被処理体温度に基づいて、前記第 1 のヒータおよび第 2 のヒータを制御することを特徴とする請求項 1 記載の熱処理装置。

**【請求項 4】** 被処理体を加熱する加熱部と、該被処理体と非接触の温度測定部と、該温度測定部の測定信号から該被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部とを有する熱処理装置の被処理体温度を較正する方法であって、  
第 1 の熱処理装置内に配置された温度測定用被処理体を熱処理して被処理体温度を測定し、その測定結果に基づいて前記温度推定部を調整する温度推定部調整工程と、  
前記第 1 の熱処理装置内に配置された第 1 の熱処理用被処理体を所定の熱処理条件で熱処理する第 1 の熱処理工程と、該第 1 の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する第 1 の膜厚測定工程とを含む第 1 の熱処理・膜厚測定工程と、  
温度較正を行うべき第 2 の熱処理装置内に配置された第 2 の熱処理用被処理体を前記所定の熱処理条件で熱処理する第 2 の熱処理工程と、該第 2 の熱処理用被処理体上

に形成された膜の膜厚を測定する第 2 の膜厚測定工程とを含む第 2 の熱処理・膜厚測定工程と、

前記第 1 の膜厚測定工程で測定された前記第 1 の熱処理用被処理体上の膜厚と前記第 2 の膜厚測定工程で測定された前記第 2 の熱処理用被処理体上の膜厚とを比較し、その比較結果に基づき、前記第 2 の熱処理装置の前記温度推定部によって推定された被処理体温度を較正するためのオフセット値を算出するオフセット値算出工程とを具備することを特徴とする熱処理装置の温度較正方法。

10 **【請求項 5】** 前記オフセット値算出工程が、膜厚変化量と温度変化量との膜厚温度依存関係に基づいて前記オフセット値を算出することを特徴とする請求項 4 記載の熱処理装置の温度較正方法。

**【請求項 6】** 前記第 2 の熱処理装置内に第 3 の熱処理用被処理体を配置して、前記オフセット値算出工程によって算出されたオフセット値に基づいて前記所定の熱処理条件で熱処理する第 3 の熱処理工程と、該第 3 の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する第 3 の膜厚測定工程とを含む第 3 の熱処理・膜厚測定工程と、  
20 前記第 2 の膜厚測定工程で測定された前記第 2 の熱処理用被処理体上の膜厚および前記第 3 の膜厚測定工程で測定された前記第 3 の熱処理用被処理体上の膜厚に基づいて、前記膜厚温度依存関係を求める膜厚温度依存関係算出工程と  
をさらに具備すること特徴とする請求項 5 記載の熱処理装置の温度較正方法。

**【請求項 7】** 前記第 1 の熱処理工程が、複数の前記第 1 の熱処理用被処理体を熱処理する熱処理工程であり、  
前記第 2 の熱処理工程が、前記複数の第 1 の熱処理用被処理体に対応する位置に配置された複数の前記第 2 の熱処理用被処理体を熱処理する熱処理工程であることを特徴とする請求項 4 記載の熱処理装置の温度較正方法。

**【請求項 8】** 前記第 2 の熱処理装置内に第 3 の熱処理用被処理体を配置して、前記オフセット値算出工程によって算出されたオフセット値に基づいて前記所定の熱処理条件で熱処理する第 3 の熱処理工程と、該第 3 の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する第 3 の膜厚測定工程とを含む第 3 の熱処理・膜厚測定工程を更に具備し、  
40 前記第 3 の膜厚測定工程で測定された前記第 3 の熱処理用被処理体上の膜厚が、前記第 1 の膜厚測定工程で測定された前記第 1 の熱処理用被処理体上の膜厚と略等しくなるまで、前記オフセット値算出工程および前記第 3 の熱処理・膜厚測定工程を繰り返すことを特徴とする請求項 4 記載の熱処理装置の温度較正方法。

**【請求項 9】** 前記温度推定部調整工程が、複数の前記温度測定用被処理体を用いて前記温度推定部を調整する工程であり、  
前記所定の熱処理条件で行われる前記第 1 の熱処理工程が、複数の前記第 1 の熱処理用被処理体上に略同一の膜

厚の膜を形成する熱処理工程であり、前記第 2 の熱処理工程が、複数の前記第 2 の熱処理用被処理体を熱処理する熱処理工程であり前記オフセット値算出工程が、前記第 2 の熱処理装置で前記所定の熱処理条件に基づいて複数の熱処理用被処理体を熱処理したときに該複数の熱処理用被処理体上に形成される膜の膜厚が、前記第 1 の膜厚測定工程で測定された前記第 1 の熱処理用被処理体上の膜の膜厚と略同一となる前記オフセット値を算出する工程であることを特徴とする請求項 4 記載の熱処理装置の温度較正方法。

【請求項 10】 前記温度推定部調整工程において、前記温度測定用被処理体に熱電対が設置されていることを特徴とする請求項 4 記載の熱処理装置の温度較正方法。

【請求項 11】 処理室内に被処理体を配置して熱処理を行うための熱処理装置であって、該被処理体を加熱するための加熱部と、該被処理体とは非接触の状態で設置された温度測定部とを有する熱処理装置と、前記熱処理装置に接続された制御装置であって、かつ前記温度測定部の測定信号から前記被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と、該温度推定部によって推定された被処理体温度を較正する温度較正部と、該温度較正部によって較正された被処理体温度に基づいて前記加熱部を制御する制御部とを有する制御装置とを具備することを特徴とする熱処理装置制御システム。

【請求項 12】 前記熱処理装置と前記制御装置が、脱着自在に接続されていることを特徴とする請求項 11 記載の熱処理装置制御システム。

【請求項 13】 前記熱処理装置と前記制御装置が、ネットワークで接続されていることを特徴とする請求項 11 記載の前記熱処理装置制御システム。

【請求項 14】 前記制御装置が、前記被処理体温度の時間経過を記録するための記録部を更に具備することを特徴とする請求項 11 記載の熱処理装置制御システム。

【請求項 15】 前記熱処理装置制御システムが、前記制御装置に接続された膜厚測定装置であって、かつ前記熱処理装置による熱処理によって前記被処理体上に形成された膜の膜厚を測定するための膜厚測定装置を更に具備し、前記温度較正部が、該膜厚測定装置の測定結果に基づいて被処理体温度を較正することを特徴とする請求項 11 記載の熱処理装置制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、熱処理装置、熱処理装置の温度較正方法、および熱処理装置制御システムに関し、特に被処理体と非接触の状態で被処理体の温度を測定可能な熱処理装置、熱処理装置の温度較正方法、および熱処理装置制御システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体製造プロセスにおいて、半導体ウエハ（以下ウエハという）に対して熱処理を行う装置の

一つにバッチ処理を行う縦型熱処理装置がある。この装置は、ウエハポート等の保持具に多数枚のウエハを棚状に保持し、この保持具を縦型の熱処理炉の中に搬入して熱処理、例えば CVD（Chemical Vapor Deposition）、酸化処理等を行うものである。

【0003】 ウエハを熱処理する場合ウエハの温度を正確にコントロールする必要がある。例えば CVD によりウエハ上に薄膜を形成する場合、ウエハの温度によって膜厚が左右される。このため、熱処理装置の温度較正を高精度に行う必要がある。

【0004】 従来は、熱電対を付けたウエハを温度較正すべき熱処理炉内に入れてウエハの温度を測定することにより温度較正を行っていた。また熱電対に代えて、ウエハから放射される輻射光を捉えて、光電素子により電気信号に変換し、ウエハの温度を測定する放射型温度計を用いることも検討されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 熱電対付きウエハを温度較正すべき熱処理炉内に入れると、熱電対をなす金属が熱処理炉内に飛散して付着し、付着した金属が製品ウエハに付着してメタル汚染を引き起こすおそれがある。また放射型温度計を用いる場合には、ウエハ以外の部位からの輻射光も受光部に入るため、放射率の補正が難しいという問題がある。

【0006】 本発明は、このような事情の下になされたものであり、その目的は被処理体を汚染するおそれがなく、しかも高い精度で温度制御を行うことができる熱処理装置、熱処理装置の温度較正方法、および熱処理装置制御システムを提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】（1）上記の課題を解決するために本発明に係る熱処理装置は、処理室内に被処理体を配置して熱処理を行うための熱処理装置であって、前記被処理体を加熱するための加熱部と、前記被処理体とは非接触の状態で設置された温度測定部と、前記温度測定部の測定信号から前記被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と、前記温度推定部によって推定された被処理体温度を較正する温度較正部と、前記温度較正部によって較正された被処理体温度に基づいて、前記加熱部を制御する制御部とを具備することを特徴とする。

【0008】 被処理体とは非接触の状態で温度測定部と温度測定部の測定信号から前記被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と温度推定部によって推定された被処理体温度を較正する温度較正部とを有することから、被処理体の温度を非接触でしかも高精度に測定できる。

【0009】 ここで、温度較正部が、前記被処理体温度のオフセット値を表したオフセットテーブルと、前記温

度推定部によって推定された被処理体温度と前記オフセットテーブルに表されたオフセット値とを加算または減算するオフセット加算部とを具備することができる。オフセットテーブルを用いることで、被処理体温度を容易に校正できる。

【0010】(2) 本発明に係る熱処理装置の温度校正方法は、被処理体を加熱する加熱部と、該被処理体と非接触の温度測定部と、該温度測定部の測定信号から該被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部とを有する熱処理装置の被処理体温度を校正する方法であって、第1の熱処理装置内に配置された温度測定用被処理体を熱処理して被処理体温度を測定し、その測定結果に基づいて前記温度推定部を調整する温度推定部調整工程と、前記第1の熱処理装置内に配置された第1の熱処理用被処理体を所定の熱処理条件で熱処理する第1の熱処理工程と、該第1の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する第1の膜厚測定工程とを含む第1の熱処理・膜厚測定工程と、温度校正を行うべき第2の熱処理装置内に配置された第2の熱処理用被処理体を前記所定の熱処理条件で熱処理する第2の熱処理工程と、該第2の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する第2の膜厚測定工程とを含む第2の熱処理・膜厚測定工程と、前記第1の膜厚測定工程で測定された前記第1の熱処理用被処理体上の膜厚と前記第2の膜厚測定工程で測定された前記第2の熱処理用被処理体上の膜厚とを比較し、その比較結果に基づき、前記第2の熱処理装置の前記温度推定部によって推定された被処理体温度を校正するためのオフセット値を算出するオフセット値算出工程とを具備することを特徴とする。

【0011】第1の熱処理装置と第2の熱処理装置それぞれにおける被処理体の膜厚を比較することによって第2の熱処理装置のオフセット値を算出し温度校正を行っているため、第2の熱処理装置の被処理体に熱電対等の温度センサを設置することを要しない。このため、第2の熱処理装置において温度センサの接触による汚染のおそれが軽減される。しかも、オフセット値の変更だけで温度校正が行えるので、温度校正が容易である。ここで、オフセット値の算出は、膜厚変化量と温度変化量との膜厚温度依存関係に基づいて行える。

【0012】また、前記所定の熱処理条件での熱処理が、一定の設定温度において前記熱処理用被処理体上に膜の形成を行う工程を含むことができる。このときには、一定温度で成膜が行われるので、膜厚と温度の関係を把握するのが容易である。その結果、熱処理装置の温度校正が容易に行える。

【0013】さらに、前記第1の熱処理工程が、複数の前記第1の熱処理用被処理体を熱処理する熱処理工程であり、前記第2の熱処理工程が、前記複数の第1の熱処理用被処理体に対応する位置に配置された複数の前記第2の熱処理用被処理体を熱処理する熱処理工程であるこ

とができる。

【0014】(3) 本発明に係る熱処理装置制御システムは、処理室内に被処理体を配置して熱処理を行うための熱処理装置であって、該被処理体を加熱するための加熱部と、該被処理体とは非接触の状態で設置された温度測定部とを有する熱処理装置と、前記熱処理装置に接続された制御装置であって、かつ前記温度測定部の測定信号から前記被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と、該温度推定部によって推定された被処理体温度を校正する温度校正部と、該温度校正部によって校正された被処理体温度に基づいて前記加熱部を制御する制御部とを有する制御装置とを具備することを特徴とする。

【0015】熱処理装置が被処理体とは非接触の状態で温度測定部を具備し、制御装置が被処理体の被処理体温度を推定する温度推定部と温度推定部によって推定された被処理体温度を校正する温度校正部とを具備することから、被処理体の温度を非接触でしかも高精度で測定できる。

【0016】ここで、熱処理装置と制御装置は、脱着自在に、あるいはネットワークで接続することができる。接続が着脱自在であれば、熱処理装置を接続し直すことで、制御装置により複数の熱処理装置を制御することができる。また、ネットワークで接続されている場合は、制御装置を複数の熱処理装置に接続した状態にすることができ、接続し直す労力が軽減される。

【0017】さらに、熱処理装置制御システムが、膜厚測定装置を更に具備し、温度校正部が、該膜厚測定装置の測定結果に基づいて被処理体温度を校正することができる。このときは、制御装置が膜厚測定装置のデータをネットワーク等経由で取り込むことが可能となり、被処理体温度の校正を迅速かつ確実に行うことができる。

【0018】

【発明の実施の形態】(第1実施形態) 以下に本発明の第1の実施形態に係る縦型熱処理装置について説明する。図1、図2はそれぞれ、本発明に係る縦型熱処理装置の一部断面図および斜視図である。本発明に係る縦型熱処理装置は、図1に示すように、例えば石英で作られた内管2a及び外管2bよりなる二重管構造の反応管2を備え、反応管2の下部側には金属製の筒状のマニホールド21が設けられている。内管2aは上端が開口されており、マニホールド21の内側で支持されている。外管2bは上端が塞がれており、下端がベースプレート22の下側にてマニホールド21の上端に気密に接合されている。

【0019】前記反応管2内には、図2に示すように、多数枚例えば150枚の被処理体をなす半導体ウエハW(製品ウエハ)が各々水平な状態で上下に間隔を置いて保持具であるウエハポート23に棚状に載置されており、このウエハポート23は蓋体24の上に保温筒(断熱体)25を介して保持されている。

【0020】前記ウエハポート23には、被処理基板である製品ウエハWをできるだけ均一な加熱雰囲気にくくために上端側と下端側とにサイドウエハと呼ばれる常時載置用のウエハが載置されると共に処理の状態をモニターするモニタウエハも散在して置かれる。このため、製品ウエハに加えてこれらウエハを見込んだ数の溝が設置され、例えば150枚の製品ウエハWを搭載するものにあつては、170枚分の保持溝が形成されている。

【0021】前記蓋体24は、ウエハポート23を反応管2内に搬入、搬出するためのポートエレベータ26の上に搭載されており、上限位置にあるときにはマニホールド21の下端開口部、即ち反応管2とマニホールド21とで構成される処理容器の下端開口部を閉塞する役割を持つものである。

【0022】反応管2の周囲には例えば抵抗加熱体よりなるヒータ3が設けられている。ヒータ3はゾーン1～5に5分割されていて、各ヒータ31～35が電力コントローラ41～45により独立して発熱量を制御できるようになっている。この例では反応管2、マニホールド21、ヒータ3により加熱炉が構成される。

【0023】内管2aの内壁には、ヒータ31～35の各ゾーン1～5に対応して熱電対等の内側温度センサS1in～S5inが設置されている。また、外管2bの外壁にはヒータ31～35の各ゾーン1～5に対応して熱電対等の外側温度センサS1out～S5outが設置されている。図示していないが、この温度センサS1in～S5in、S1out～S5outはそれぞれ内管2aおよび外管2bの円周方向にそって複数配置されている。その結果、反応管2の軸方向および円周方向双方の温度分布が測定できる。

【0024】前述のモニタウエハは、ヒータ31～35の各ゾーン1～5にそれぞれ対応した位置にモニタウエハW1～W5として載置されている。このモニタウエハW1～W5は、通常は製品ウエハと同一のウエハ（半導体ウエハ）が用いられ、その温度がモニタされる。後述のように、モニタウエハW1～W5の温度は、温度センサS1in～S5in、S1out～S5outの測定信号から推定される。

【0025】マニホールド21には、内管2a内にガスを供給するように複数のガス供給管が設けられており、図1では便宜上2本のガス供給管51、52を示してある。各ガス供給管51、52には、ガス流量をそれぞれ調整するための例えばマスフローコントローラなどの流量調整部61、62やバルブ（図示せず）などが介設されている。

【0026】更にまたマニホールド21には、内管2a

$$x(t+1) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t) \quad \cdots \cdots \text{式(1)}$$

$$y(t) = C \cdot x(t) + u(t) \quad \cdots \cdots \text{式(2)}$$

ここで、t：時間

x(t)：n次元状態ベクトル

と外管2bとの隙間から排気するように排気管27が接続されており、この排気管27は図示しない真空ポンプに接続されている。排気管27の途中には反応管2内の圧力を調整するための例えばバタフライバルブやバルブ駆動部などを含む圧力調整部28が設けられている。

【0027】この縦型熱処理装置は、反応管2内の処理雰囲気温度、反応管2内の圧力、ガス流量といった処理パラメータを制御するためのコントローラ100を備えている。このコントローラ100には、温度センサS1in～S5in、S1out～S5outからの測定信号が入力され、ヒータ3の電力コントローラ41～45、圧力調整部28、流量調整部61、62に制御信号を出力する。

【0028】次にコントローラ100の詳細について述べる。図3は、コントローラ100の内部構成のうち、ヒータ3の制御に係る部分の詳細を示すブロック図である。図3に示すようにコントローラ100は、温度センサS1in～S5in、S1out～S5outからの測定信号に基づいて推定したモニタウエハW1～W5の推定温度T1'～T5'を出力する温度推定部110、温度推定部によって推定された推定温度T1'～T5'を較正して較正されたモニタウエハW1～W5の較正温度T1～T5を出力する温度較正部120、温度較正部によって較正された較正温度T1～T5に基づき電力コントローラ41～45に制御信号を出力するヒータ制御部130、較正温度T1～T5等を記録する記録部140から構成される。

【0029】記録部140は、較正温度T1～T5を測定時刻と共に記録し、熱処理装置の動作状態を表したログとして保管することができる。温度較正部120は、モニタウエハW1～W5の推定温度T1'～T5'を較正するためのオフセット値OF1～OF5が表されたオフセットテーブル122が接続されたオフセット加算部124から構成される。

【0030】図4は、コントローラ100によるヒータ3の制御手順を表すフロー図である。以下、このフロー図に基づき温度制御の手順を説明する。

(A) 熱処理のプロセスが開始されると(S201)、温度センサSin(S1in～S5in)、Sout(S1out～S5out)の測定信号が温度推定部110によって読みとられる(S202)。

【0031】(B) 温度推定部110は、温度センサSin、Soutの測定信号からモニタウエハW1～W5それぞれの推定温度T1'～T5'を算出する(S203)。この推定には制御工学において知られている以下の式(1)、(2)を用いることができる。

y(t)：m次元出力ベクトル

u(t)：r次元入力ベクトル

A, B, C : それぞれ  $n \times n$ 、 $n \times r$ 、 $m \times n$  の定数行列

である。

【0032】式(1)が状態方程式、式(2)が出力方程式と呼ばれ、式(1)、(2)を連立して解くことにより、入力ベクトル  $u(t)$  に対応する出力ベクトル  $y(t)$  を求めることができる。本実施形態においては入力ベクトル  $u(t)$  は温度センサ  $S1in \sim S5in$ 、 $S1out \sim S5out$  の測定信号であり、出力ベクトル  $y(t)$  は推定温度  $T1' \sim T5'$  である。

$$x(t+1) = A \cdot x(t) + B \cdot u(t) + K \cdot e(t) \quad \text{……式(3)}$$

$$y(t) = C \cdot x(t) + D \cdot u(t) + e(t) \quad \text{……式(4)}$$

を用いることもできる。

ここで、 $t$  : 時間

$x(t)$  :  $n$  次元状態ベクトル

$y(t)$  :  $m$  次元出力ベクトル

$u(t)$  :  $r$  次元入力ベクトル

$e(t)$  :  $m$  次元雑音ベクトル

A, B, C, D, K : それぞれ  $n \times n$ 、 $n \times r$ 、 $m \times n$ 、 $m \times m$ 、 $n \times m$  の定数行列である。

【0035】定数行列 A, B, C, D の組合せが定まれ

$$Ti = Ti' + OFi$$

ここで、 $i$  : モニタウエハの番号を表す添え字 ( $i = 1 \sim 5$ )

$Ti'$  : モニタウエハ  $Wi$  の推定温度

$OFi$  : モニタウエハ  $Wi$  の温度オフセット値

である。なお、温度オフセット値  $OFi$  はオフセットテーブル 122 上に表されている。

【0037】(D) ヒータ制御部 130 は、校正温度  $Ti$  を基にヒータ 31～35 のあるべき出力値  $h1 \sim h5$  を導出し、電力コントローラ 41～45 に制御信号として出力し (S205)、ヒータ 31～35 それぞれの出力が制御される。(E) 熱処理プロセスが終了していなければ、ステップ S202 に戻って半導体ウエハ W の温度制御が続行される (S206、S207)。

【0038】なお、このステップ S202 から S206 は多くの場合、1 秒～4 秒程度の周期で繰り返される。

【0039】(第2実施形態) 次に本発明の第2の実施形態につき説明する。図5は、本発明の第2の実施形態に係る熱処理装置の温度校正方法を表したフロー図である。

【0040】以下、図5に基づき本実施形態に係る熱処理装置の温度校正方法について説明する。なお、本実施形態に利用する熱処理装置は、第1の実施形態で説明した熱処理装置を用いることができる。

【0041】(A) 第1の熱処理装置内に配置された温度測定用被処理体を所定の熱処理条件で熱処理して被処理体温度を測定し、その測定結果に基づいて第1の熱処理装置の温度推定部 110-1 を調整する (S30

【0033】式(1)、(2)において、温度センサ  $S1in$ 、 $Sout$  の測定信号と推定温度  $T1' \sim T5'$  は、多入出力の関係にある。即ち、ヒータ 3 のゾーン 1～5 それぞれはモニタウエハ  $W1 \sim W5$  のそれぞれに対して独立に影響を与えているわけではなく、一つのゾーンのヒータはどのモニタウエハにも何らかの影響を与えている。

【0034】状態方程式等は雑音を考慮した式(3)、(4)

ば、式(1)、(2)または式(3)、(4)を連立して解くことにより、温度センサ  $S1in \sim S5in$ 、 $S1out \sim S5out$  の測定信号から推定温度  $T1 \sim T5$  を算出できる。なお、定数行列 A, B, C, D を求める方法については後述する。

【0036】(C) 温度校正部 120 は、モニタウエハ  $Wi$  ( $W1 \sim W5$ ) の校正温度  $Ti$  を算出する (S204)。モニタウエハ  $Wi$  の校正温度  $Ti$  の算出は、例えばつぎの式(5)によって行える。

$$\text{……式(5)}$$

1)。具体的には、温度測定用被処理体として熱電対を設置したモニタウエハ  $W1 \sim W5$  を第1の熱処理装置に搬入し熱処理を行う。この熱処理の際に、モニタウエハ  $W1 \sim W5$  の実測温度  $T1m \sim T5m$  および、温度センサ  $S1in \sim S5in$ 、 $S1out \sim S5out$  の測定信号の時間的変動を同時に測定する。

【0042】第1の熱処理装置の温度推定部 110-1 の調整は、先に述べた式(3)、(4)の定数行列 A, B, C, D を決定することによって行える。定数行列 A, B, C, D は熱処理装置の熱特性によって定まり、決定の具体的な手法として、例えば部分空間法を適用することができる。

【0043】具体的には、温度センサ  $S1in \sim S5in$ 、 $S1out \sim S5out$  の測定信号及びモニタウエハ  $W1 \sim W5$  の実測温度  $T1m \sim T5m$  のデータを例えばソフトウェア Matlab (製造: The Math Works, Inc.、販売: サイバネットシステム株式会社) に入力することで、定数行列 A, B, C を逆算できる。

【0044】求められた定数行列 A, B, C, D の組合せは、複数存在するのが通例である。この組合せから、(3)、(4)を連立して算出された推定温度  $T1' \sim T5'$  と実測温度  $T1m \sim T5m$  が一致するものを選択する(モデルの評価)。このときのオフセット値  $OFi$  は全て 0 とする。

【0045】このようにして、第1の熱処理装置において温度推定部 110 が調整された結果、モニタウエハ W

iそれぞれの推定温度 $T_{i'}$ と実測温度 $T_{im}$ が一致するようになる。

【0046】(B)続いて第1の熱処理装置内に配置された第1の熱処理用被処理体(プロセスウエハW1-1~W5-1)を所定の熱処理条件(標準プロセスレシピ)で熱処理して、該第1の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する(S302)。

【0047】ここでいうプロセスウエハとは、ウエハ自体としては製品ウエハと同一のウエハをいうものとし、その載置する位置はモニタウエハW1~W5と同一の位置とする。即ち、プロセスウエハW1-1~W5-1は、それぞれモニタウエハW1~W5に対応するものであり、モニタウエハW1~W5の一種ともいえる。

【0048】プロセスウエハW1-1~W5-1は、製品ウエハと同一なので、膜の形成に関して製品ウエハWと変わるところがない。そして、プロセスウエハW1-1~W5-1をモニタウエハW1~W5と対応する位置に載置するのは、その位置のウエハ(モニタウエハW1~W5)で温度の実測および推定が行われる関係による。

【0049】後のプロセスウエハW1-2~W5-2等も、以上の説明と同様に製品ウエハWと同一のウエハを用い、モニタウエハW1~W5と対応する位置に載置するものとする。

【0050】図6は熱処理用被処理体(プロセスウエハW1-1~W5-1)に対する熱処理条件の1例を表したものであり、温度と時間の関係を表したグラフである。

【0051】安定温度 $T_0$ においてウエハWが熱処理装置内に搬入(ローディング)される。時刻 $t_0 \sim t_1$ において熱処理用被処理体は設定温度 $T_{sp}$ まで昇温される(昇温工程)、その後時刻 $t_2$ まで放置され被処理体温度の安定化が図られる(安定化工程)。時刻 $t_2 \sim t_3$ において、ガス供給管51、52より例えば $SiH_2Cl_2$ および $NH_3$ ガスを導入し、設定温度 $T_{sp}$ においてプロセスウエハW1-1~W5-1上に $SiN$ 膜等の膜を形成する(成膜工程)。その後、時刻 $t_3$ にガスの導入を停止し時刻 $t_4$ までプロセスウエハW1-1~W5-1のアニールを行う(アニール工程)。その後、降温して(降温工程)プロセスウエハW1-1~W5-1を取り出す。

【0052】成膜を行ったプロセスウエハW1-1~W5-1については、例えばエリプソメータ等の膜厚測定装置により膜の膜厚を測定する。

【0053】以上の(A)~(B)までの工程は例えば縦型熱処理装置のメーカ側で行われる。そして縦型熱処理装置のユーザ側では、標準プロセスレシピ、および後述の膜厚変化量と温度変化量の関係例えば膜厚温度係数等の情報をメーカ側から受け取って以下のようにして温度較正を行う。

【0054】ここで、ステップS302の所定の熱処理条件としては、プロセスウエハW1-1~W5-1上に形成される膜の膜厚が略同一であることが好ましい。次に述べる第2の熱処理装置の温度較正を行うことで、第2の熱処理装置をこの所定の熱処理条件で制御することで多数のウエハに略同一の膜厚の膜を形成することが可能となるからである。即ち、この所定の熱処理条件は、ユーザ側の熱処理条件として多数のウエハの一括処理にそのまま使用可能である。

【0055】また、成膜中の温度(設定温度)が略一定であるのが好ましい。成膜された膜厚と温度との関係が明確だからである。

【0056】(C)温度較正を行うべき第2の熱処理装置内に第2の熱処理用被処理体(プロセスウエハW1-2~W5-2)を配置し、所定の熱処理条件で熱処理して、該第2の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する(S303)。このときの熱処理条件としてはステップS302の熱処理条件と同一の条件(標準プロセスレシピ)とする。ここで、同一の熱処理条件とは、少なくとも成膜工程中の設定温度、ガスの種類、ガス圧等の条件が同一であることをいう。成膜が第1、第2の熱処理装置において同一の条件で行われることから、第1の熱処理装置の成膜結果に基づく第2の熱処理装置の温度較正を容易に行える。

【0057】ステップS302で形成された膜の膜厚が例えば10nm以下と特に薄い場合には、第2の熱処理装置の熱処理条件が成膜工程以外の工程(昇温工程、温度安定工程、アニール工程等)もステップS302と同一の熱処理条件であることが特に好ましい。これは、本来の成膜工程以外の工程も成膜された膜の膜厚に影響を与える可能性があるからである。例えば、微妙な残留ガスのために本来の成膜工程以外の工程で極めて薄い膜を形成することがあり得る。

【0058】第2の熱処理装置は第1の熱処理装置と同種の熱処理装置とする(例えば、同一の型式)。これは、第1の熱処理装置で調整した温度推定部110-1と同一の温度推定部110-2をそのまま使用できることを保証するためである(式(1)、(2)または式(3)、(4)の定数行列A、B、C、Dを第1の装置と同一にできる)。

【0059】成膜を行ったプロセスウエハW1-2~W5-2については、例えばエリプソメータ等の膜厚測定装置により膜の膜厚を測定する。

【0060】(D)ステップS302およびS303で測定された膜厚を比較し誤差範囲内であるか否かを判定する(S304)。この判定はプロセスウエハW1-2~W5-2ごとに行われる。即ち、プロセスウエハWi-1とWi-2の膜厚の相違が誤差範囲(例えば、膜厚の目標値に対して0.1%以下)であれば、オフセット値OFiは0となる。そして、全てのプロセスウエハW



1-2~W5-2で判定がYesであれば全てのオフセット値OFiは0であり、第2の熱処理装置の温度較正は終了する(S308)。

【0061】(E)S304の判定がNoのときには、プロセスウエハWi-2とWi-1の膜厚の相違に基づいて第2の熱処理装置の温度オフセット値OFiを算出する(S305)。プロセスウエハW1-2とW1-1の膜厚に相違があるということは、第2の熱処理装置と第1の熱処理装置それぞれのプロセスウエハWi-2とWi-1上の温度が微妙に相違していることを意味する。

【0062】第2の熱処理装置と第1の熱処理装置はいずれも同一の設定温度Tspで熱処理を行っている。そして、第2の熱処理装置においてプロセスウエハWiの推定温度Ti'がこの設定温度Tspに一致するようにコントローラ100によって制御される。従って、プロセスウエハW1-2とW1-1の膜厚の相違は、第2の熱処理装置と第1の熱処理装置においてプロセスウエハ

$$V = C \cdot \exp(-E_a / (kT)) \quad \dots\dots \text{式(6)}$$

ここで、C：プロセス定数(成膜プロセスによって定まる定数)

Ea：活性化エネルギー(成膜プロセスの種類によって定まる定数)

k：ボルツマン定数

$$\{\partial V / \partial T\} / V = (E_a / (k \cdot T^2)) \quad [1/^\circ\text{C}] \quad \dots\dots \text{式(7)}$$

ここで、 $\{\partial V / \partial T\} / V$ が膜厚温度係数であり、温度の変化によって成膜速度が変化する割合を表している。

【0067】活性化エネルギーは成膜プロセスの種類、例えば、反応ガスSiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>およびNH<sub>3</sub>からのSiN膜の形成のような反応過程によって定まり、この例では1.8[eV]をとることが知られている。従って、このような反応過程に温度を代入すれば、膜厚温度係数の値が求まる。

$$\{\partial V / \partial T\} / V = (d_2 - d_1) / [d_1 \cdot (T_2 - T_1)] \quad \dots\dots \text{式(8)}$$

【0071】式(7)と式(8)を等しいとし、式

(7)の絶対温度Tを被処理体温度T1と置くと、以下

$$T_2 = T_1 + [(d_2 - d_1) / d_1] \cdot [k \cdot T_1^2 / E_a] \quad \dots\dots \text{式(9)}$$

【0072】Ea、k、T1、d2、d1は、判っているので、T2をTi2に置き換えることで、第2の熱処理装置におけるプロセスウエハWi-2それぞれの真の被処理体温度Ti2を求めることができる。

$$OF_i = T_{i2} - T_{i2}'$$

【0074】以上は、表面律速過程の場合を例にして述べた。成膜において膜中における物質の移動過程が関与する場合には(例えば熱酸化膜)、成膜速度は式(6)とは異なり膜厚に依存する可能性が生じる。

【0075】この場合にも膜厚と時間の理論的關係が判っていれば、表面律速過程の場合とほぼ同様に膜厚温度

$$X_0 = f(T, t)$$

Wiの推定温度Ti'に微妙な相違があることを意味する。

【0063】第1の熱処理装置ではプロセスウエハWi-1の被処理体温度は実測によって較正済みであるから、第2の熱処理装置の熱特性に第1の熱処理装置のそれと微妙な相違がある結果(装置の個性)、第2の熱処理装置でのプロセスウエハWi-2の推定温度Ti'に誤差があることになる。

【0064】この誤差をオフセット値OFiによって較正する。オフセット値OFiの算出には膜厚の変化量と温度の変化量の関係、例えば、膜厚温度係数を用いることができる。以下に、膜厚温度係数について説明する。

【0065】膜厚の成長速度(成膜速度)Vは、例えばCVD(Chemical Vapor Deposition)のような膜の表面で行われる過程によって成膜速度が定まる表面律速過程においては、下記(6)式の理論式で表わされることが知られている。

T：絶対温度

である。

【0066】式(6)を温度Tに対して偏微分すると式(7)が得られる。

【0068】以上のように、式(7)に活性化エネルギーEaと絶対温度Tを代入すると膜厚温度係数 $\{\partial V / \partial T\} / V$ が定まる。

【0069】第1、第2の熱処理装置によって熱処理されたプロセスウエハWi-1、Wi-2の膜厚をそれぞれd1、d2とし、このときの真の被処理体温度をT1、T2とする。

【0070】このときの膜厚温度係数 $\{\partial V / \partial T\} / V$ は、次の式(8)によって表される。

の式(9)が導ける。

【0073】そして、オフセット値OFiは、第2の熱処理装置における真の被処理体温度Ti2と推定温度Ti2'を基に、次の式(10)を用いて求めることができる。

$$\dots\dots \text{式(10)}$$

係数を算出することが可能である。例えば、熱酸化膜の膜厚は、DealとGroveによる理論式が知られている(参照：Andrew S. Grove "Physics and Technology of Semiconductor Devices" 1967)。

【0076】膜厚X0の理論式が、次の式(11)で表されると仮定する。

$$\dots\dots \text{式(11)}$$

ここで、 $f$ ：膜厚の理論式

$T$ ：絶対温度

$t$ ：時間

$$\{\partial V / \partial T\} / V = \{\partial^2 f(T, t) / (\partial T \partial t)\} / f(T, t)$$

【0078】この後は式(8)と式(12)を等しいとおくことで、表面律速過程の場合と同様にオフセット値OFiを求めることができる。

【0079】以上、成膜速度または膜厚の理論式

(6)、(11)に基づきオフセット値OFiを求める方法について述べた。

【0080】なお、このような理論式を用いず、第1の熱処理装置で設定温度 $T_{sp}$ を変化させてプロセスウエハ $W_i$ 上に膜を形成することで、膜厚温度係数を算出しこれをもとに第2の熱処理装置でのオフセット値OFiを求めても差し支えない。

【0081】このときの具体的な膜厚温度係数の算出は、以下のように行うことができる。

① 所定の設定温度 $T_1$ でウエハ $W$ 上に成膜し、ウエハ $W$ 上の膜厚 $d_1$ を測定する。このとき、図6に示すような熱処理工程を用いることができる。

【0082】この熱処理に際しては、成膜工程中におけるウエハ $W$ の温度の安定化、面内温度の均一性確保のため、安定化時間( $t_2 - t_1$ )を長くとるのが好まし

$$\{\partial V / \partial T\} / V = (d_2 - d_1) / [d_1 \cdot (T_2 - T_1)] \cdots \text{式(13)}$$

以上の様にして膜厚温度係数を実験的に求めることができる。

【0085】(F)第2の熱処理装置内に第3の熱処理用被処理体(プロセスウエハ $W_{1-3} \sim W_{5-3}$ )を配置して、所定の熱処理条件(標準プロセスレシピ)で熱処理を行い、第3の熱処理用被処理体上に形成された膜の膜厚を測定する(S306)。

【0086】熱処理の条件はS302のステップと同一とする。この熱処理の際には、オフセット値算出工程によって算出されたオフセット値OFiに基づいて熱処理装置の制御を行う。成膜を行ったプロセスウエハ $W_{i-3}$ ( $W_{1-3} \sim W_{5-3}$ )については、例えばエリブソメータ等の膜厚測定装置により膜の膜厚を測定する。

【0087】(G)ステップS302およびS306で測定された膜厚を比較し、誤差範囲内で一致するか否かを判定する(S307)。

【0088】この判定はプロセスウエハ $W_{1-3} \sim W_{5-3}$ ごとに行われる。即ち、プロセスウエハ $W_{i-1}$ と

$$\{\partial V / \partial T\} / V = (d_3 - d_1) / [d_1 \cdot (T_3 - T_1)] \cdots \text{式(14)}$$

【0093】この式(14)と式(8)を連立させて以

$$(T_3 - T_1) / (T_2 - T_1) = (d_3 - d_1) / (d_2 - d_1)$$

$$\cdots \text{式(15)}$$

【0094】ここで、真の被処理体温度 $T_3$ 、 $T_2$ は以下のようにプロセスウエハ $W_{i-3}$ と $W_{i-2}$ それぞれ

$$T_3 = T_3' + OF_i$$

である。

【0077】すると膜厚温度係数 $\{\partial V / \partial T\} / V$ は次の式(12)で表すことができる。

$$\cdots \text{式(12)}$$

い。また、本来の成膜工程以外での成膜の可能性(例えば、残留ガス等による)を排除すると共に、膜厚測定精度に対して充分厚い膜厚の膜を成膜することが好ましい。

【0083】② ①とは異なる設定温度 $T_2$ でウエハ $W$ 上に成膜し、ウエハ $W$ 上の膜厚 $d_2$ を測定する。このとき設定温度 $T_2$ と $T_1$ は例えば5℃程度異なる値を用いる。この設定温度の差 $T_2 - T_1$ が小さすぎると膜厚差 $d_2 - d_1$ が小さくなり、膜厚の測定誤差が問題となる。また、温度差 $T_2 - T_1$ が大きすぎれば膜厚温度係数の温度依存性が問題となる。このため設定温度の差 $T_2 - T_1$ は常に同一(例えば、5℃)とは限らず、場合によって適宜調整を行う必要がある。ここで、②の熱処理においては、成膜時の設定温度以外の熱処理条件を①の場合と同一にすることが、正確な膜厚温度係数の算出のために好ましい。

【0084】③ 膜厚温度係数 $\{\partial V / \partial T\} / V$ を以下の式(13)に基づいて算出する。

$W_{i-3}$ の膜厚の相違が誤差範囲であれば、ステップS305で求めたオフセット値OFiは正しい値であることが判る。

【0089】全てのプロセスウエハ $W_{1-3} \sim W_{5-3}$ で判定がYesであれば全てのオフセット値OFiは正しい値であり、第2の熱処理装置の温度較正は終了する(S308)。

【0090】(H)S307の判定がNoのときには、ステップS305に戻って、オフセット値OFiの算出が行われる。このとき、ステップS306による膜厚測定結果を利用することができる。これを以下に示す。

【0091】プロセスウエハ $W_{i-3}$ 、 $W_{i-2}$ 、および $W_{i-1}$ 上それぞれの膜厚を $d_3$ 、 $d_2$ 、 $d_1$ とし、このときの真の熱処理温度をそれぞれ $T_3$ 、 $T_2$ 、 $T_1$ とする。

【0092】するとプロセスウエハ $W_{i-3}$ と $W_{i-1}$ の膜厚を基に膜厚温度係数 $\{\partial V / \partial T\} / V$ を以下の式(14)から求めることができる。

下の式(15)を導出できる。

$$\cdots \text{式(15)}$$

の推定温度 $T_3'$ 、 $T_2'$ とオフセット値OFiと次の関係によって結ばれている。

$$\cdots \text{式(16)}$$

$$T2 = T2' + OFi$$

【0095】式(15)に式(16)、(17)を代入すると未知数はOFiのみであるから、オフセット値OFiを求められることが判る。このようにしてステップS302、S303、S306による膜厚測定結果を利用することで、理論式(6)、(11)もしくは事前の実験を要することなくオフセット値OFiを算出できる。

【0096】(1)このようにして、第1の熱処理装置で形成された膜の膜厚と第2の熱処理装置で形成された膜の膜厚が誤差範囲内で一致するまでオフセット値OFiの算出が行われることになる。

【0097】上記実施の形態によれば、第1の熱処理装置においてウェハの温度を実測することで温度推定部を調整する。そして、温度推定部が調整された第1の熱処理装置において所定の熱処理条件でプロセスウェハの熱処理を行い、プロセスウェハに形成された膜の膜厚を測定する。さらに、温度較正を行おうとする第2の装置において、同一の熱処理条件でプロセスウェハの熱処理を行い、プロセスウェハに形成された膜の膜厚を測定し、その膜厚を基にオフセット値を算出することで第2の熱処理装置の温度較正を行っている。

【0098】このため、温度較正の対象となる第2の熱処理装置内のウェハには熱電対等を設置しなくて済み、第2の熱処理装置内の汚染(熱電対等を原因とする金属汚染等)を回避できる。その結果、熱処理するウェハの汚染の可能性が軽減される。

【0099】(第3実施形態)次に本発明の第3の実施形態につき説明する。図7は、本発明の第3の実施形態に係る熱処理装置制御システムを表すブロック図である。

【0100】図7に示されるように制御装置300、熱処理装置400A、400B、膜厚測定装置500がネットワーク600を介して接続されている。制御装置300の内部構成は図3のコントローラ100と同様であり、熱処理装置400A、400Bの内部構成は図1に示す熱処理装置からコントローラ100を除外したものが含まれる。即ち、制御装置300は、温度推定部110、温度較正部120、ヒータ制御部130、記録部140を備える。

【0101】熱処理装置400A、400Bは、反応管2、ヒータ31～35、電力コントローラ41～45等を備えている。その結果、本実施形態では第1の実施形態と同様に、被処理体の温度を非接触でしかも高精度で測定できる。その上、本実施形態では、ネットワーク600を介し制御装置300が複数の熱処理装置400A、400Bをそれぞれ制御することができる。

【0102】また、膜厚測定装置500がネットワーク600に接続されているため、膜厚測定装置500の測定結果を制御装置300に効率よく伝送できる。このた

…… 式(17)

め、図5に示したのと同様の工程による熱処理装置200A、200Bの較正を迅速かつ確実に行うことができる。

【0103】ここで、制御装置300を、ネットワーク600を介さず、熱処理装置400Aに直接接続できる。この接続が着脱自在であれば、制御装置300と熱処理装置400A、400Bの接続相手を変えることが容易にできる。この結果、制御装置300による複数の熱処理装置200A、200Bの制御が容易に行える。

【0104】(その他の実施形態)以上の発明の実施形態は、本発明の技術的思想の範囲内で、拡張、変更が可能である。例えば、被処理体は半導体ウェハには限られず、例えばガラス基板であってもよい。

【0105】熱処理装置は、縦型熱処理炉、あるいはバッチ炉に限らず、1枚ずつ熱処理を行う枚葉式の熱処理装置であってもよい。

【0106】また熱処理の目的は拡散、アニール、熱酸化膜の形成、CVD (Chemical Vapor Deposition) による成膜(例えば、SiN等の成膜)のいずれであっても差し支えない。即ち、温度較正を行った後は熱処理装置を必ずしも成膜に使用しなくても差し支えない。

【0107】ヒータは、区分されていないとしてもよいし、また区分の数も5には限られない。温度測定用被処理体は熱電対が設置されたものに限ることなく、温度測定用被処理体の温度測定には放射温度計などを用いてもよい。

【0108】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、被処理体を汚染するおそれがなく、しかも高い精度で温度の測定および制御を行える熱処理装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る縦型熱処理装置を表す一部断面図である。

【図2】本発明に係る縦型熱処理装置を表す斜視図である。

【図3】本発明に係る熱処理装置のコントローラの詳細を表すブロック図である。

【図4】本発明に係る熱処理装置のコントローラによる制御手順を表すフロー図である。

【図5】本発明に係る熱処理装置の温度較正方法の手順を表すフロー図である。

【図6】本発明に係る熱処理装置の温度較正方法で用いる熱処理条件の1例を表す温度特性図である。

【図7】本発明に係る熱処理装置制御システムを表すブロック図である。

【符号の説明】

2 反応管

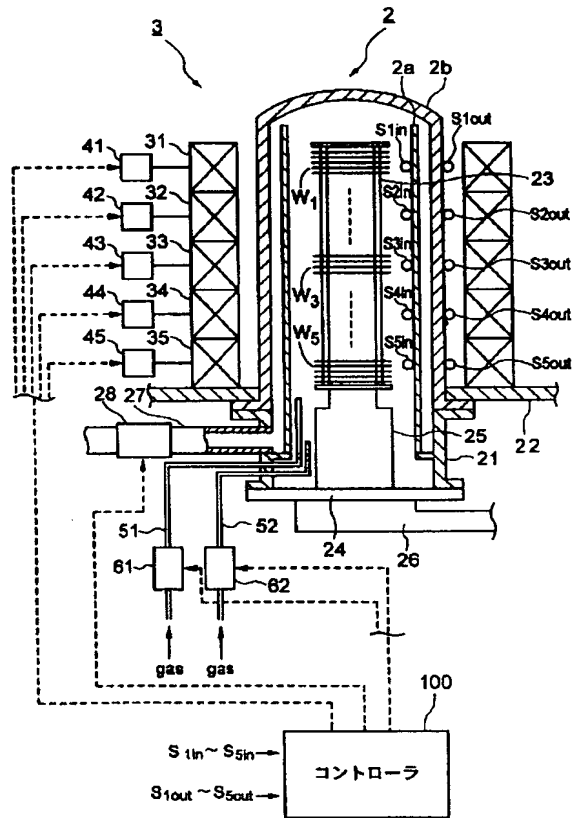
19

20

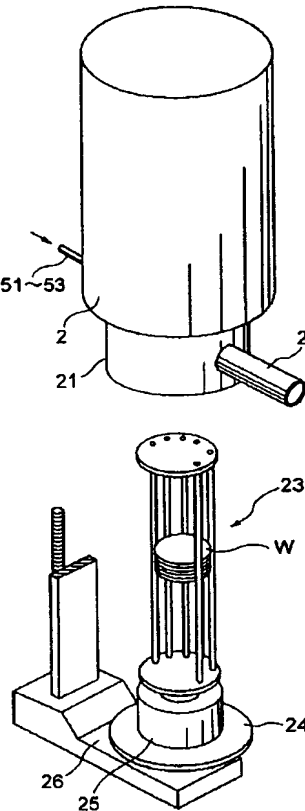
- 2 a 内管
- 2 b 外管
- 2 1 マニホールド
- 2 2 フェースプレート
- 2 3 ウェハポート
- 2 4 蓋体
- 2 6 ポートエレベータ
- 2 7 排気管
- 2 8 圧力調整部
- 3 1 ~ 3 5 ヒータ
- 4 1 ~ 4 5 電力コントローラ
- 5 1、5 2 ガス供給管

- 6 1、6 2 流量調整部
- 1 0 0 コントローラ
- 1 1 0 温度推定部
- 1 2 0 温度較正部
- 1 2 2 オフセットテーブル
- 1 2 4 オフセット加算部
- 1 3 0 ヒータ制御部
- 3 0 0 制御装置
- 4 0 0 A、4 0 0 B 熱処理装置
- 5 0 0 膜厚測定装置
- 6 0 0 ネットワーク

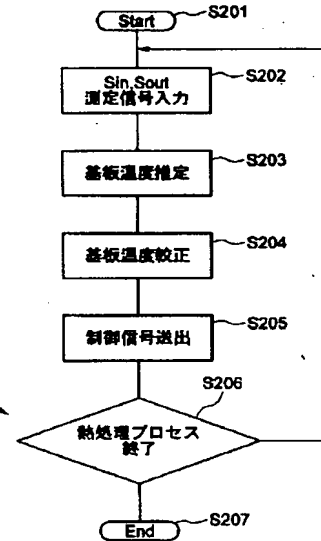
【図 1】



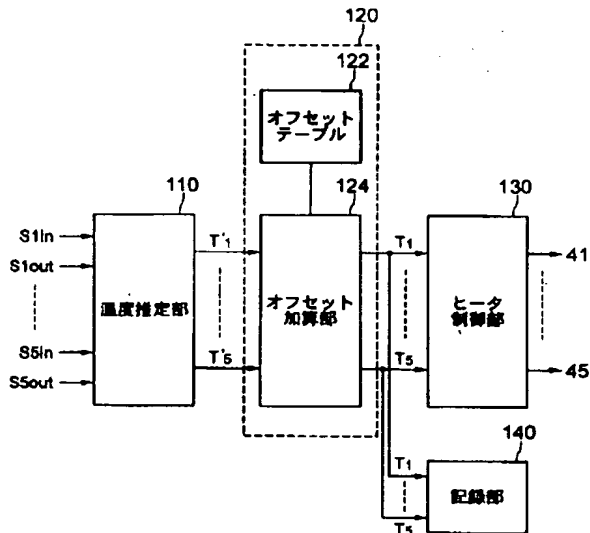
【図 2】



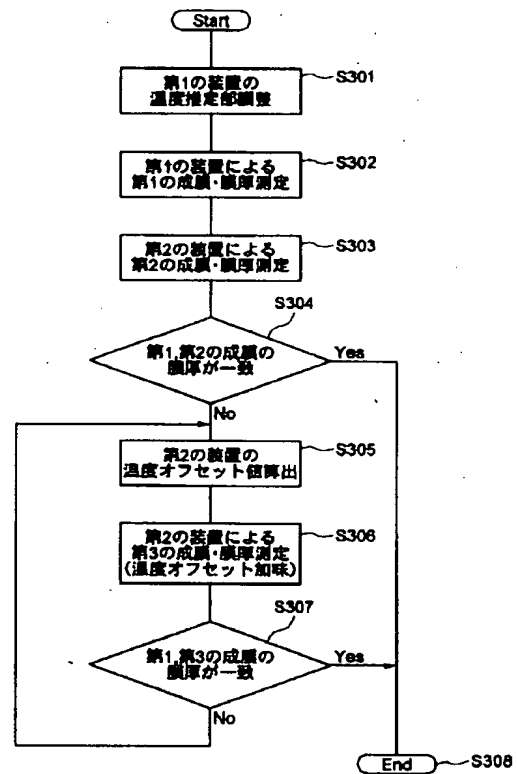
【図 4】



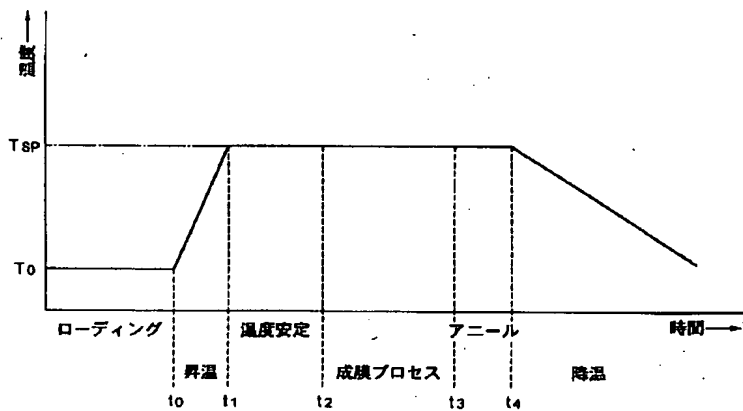
【図3】



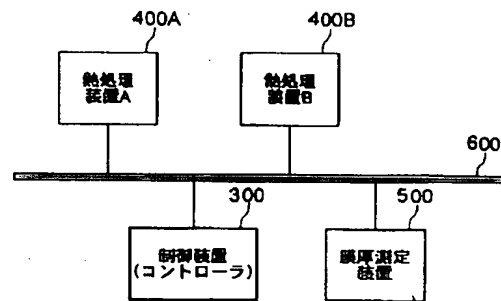
【図5】



【図6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード (参考)

// G 0 1 J 5/02

G 0 1 J 5/02

K

5/10

5/10

A

(72)発明者 鈴木 富士雄

F ターム (参考) 2G066 AC01 AC11 CA20 CB01

神奈川県津久井郡城山町町屋 1 丁目 2 番 41

4K030 CA04 CA12 FA10 HA13 HA14

号 東京エレクトロン東北株式会社相模事

KA04 KA23 KA39 KA41

業所内

4K056 AA09 BA04 BB06 CA18 FA12

(72)発明者 横田 隆

4K061 AA01 BA11 FA07 GA02 GA06

神奈川県津久井郡城山町町屋 1 丁目 2 番 41

5F045 BB02 DP19 DQ05 EC02 EF02

号 東京エレクトロン東北株式会社相模事

EF08 EK22 EK27 EM08 EM10

業所内

GB05 GB09 GB13 GB17 HA16